

砂漠化及び土地荒廃の防止に関する
調査報告書

(概要版)

On Combatting Desertification / Land

Degradation:

A Summarized Research Paper

平成10年7月

September 1997

砂漠化・土地荒廃防止検討委員会

Committee for Research on Combatting

Desertification / Land Degradation

はじめに

1997年4月、環境庁の支援を受けて地球・人間環境フォーラム内に「砂漠化・土地荒廃防止調査検討委員会」が設けられた。この委員会は、当初、地球環境問題の一つである「砂漠化」を対象に、砂漠化対処条約の批准後の日本の対応を念頭におきながら、とりわけアジア地域における砂漠化防止手法の検討と、科学技術委員会（CST）支援を検討を行うことを予定していた。しかし、委員会の冒頭からいくつかの点で、疑問が投げかけられた。

その第一は、砂漠化の本質と、とりわけアジア地域の問題を考えると、砂漠化現象を、乾燥、半乾燥、乾性半湿潤地域を対象を限定するのは問題であるという点である。たしかに典型的な砂漠化現象として考えられている「塩類集積」を例にあげても、その現象は砂漠のような極乾燥地域から熱帯林の分布する湿潤地域まで見られ、上記対象地域外でも砂漠化現象が生じるという問題が発生する。アジア地域という視点から見ると、砂漠化の被災国が限定されるという問題も見逃せない。とりわけ土壌侵食に悩む東南アジア諸国は、この条約の対象からはずれ、資金的な援助も受けられなくなる可能性が生じるという現実的な問題もある。

そこで、本委員会では、国際社会の取り決めに尊重しつつ、かつ、科学的な知見からも、またアジア地域という固有性に由来する問題を考えても合理性をもつように、砂漠化の定義はそのままに、さらに土地荒廃という概念を併用することによって、定義された砂漠化の対象地域からはずれる地域の砂漠化問題も考慮するという立場をとった。委員会の名称も、こうした議論の結果を踏まえて、「砂漠化・土地荒廃防止調査検討委員会」へと名称変更されたのである。

第二に、アフリカ地域に対する取り組みを一層強化すべきであるという主張である。これは、そもそも砂漠化対処条約が、とりわけアフリカ地域を強調しているという特殊性と同時に、やはり砂漠化はアフリカ地域から問題化したものであり、また現在もアジアとならんで最も砂漠化の進行が顕著な地域であることから、この地域に対してプライオリティを与えるのは当然であるという理由である。日本の国際貢献を考えるという点でも、アフリカへの取り組みをいっそう重視する必要があるという意見もあった。そこで、本委員会では、アフリカ地域とアジア地域の問題を並列的に検討することにした。

第1章では砂漠化・土地荒廃に関する調査研究の現状と問題点を示した。それを受けて第2章では、砂漠化・土地荒廃のメカニズムの解明とモデル化の可能性を検討した。また、事例研究を示した第3章で防止・回復のための社会システム及び対策技術のあり方を検討した。支援・援助のあり方として国際的な支援・援助と我が国の役割を第4章で検討した。

すでに国際的には、日本の砂漠化対処条約の批准に伴い、砂漠化防止の具体的な行動やそれを支える資金的、科学的な検討への参加が強く求められているところである。本報告書は、そうした状況をふまえて早期に日本がこの問題に本格的に取り組むことを期待して取りまとめられたものである。

1998年9月

砂漠化・土地荒廃防止検討委員会
座長 武内 和彦

委員・執筆者一覧

| 委員会メンバー | |
|-----------------------------------|---|
| 武内 和彦(座長) Kazuhiko Takeuchi | 東京大学 大学院 農学生命科学研究科 緑地学研究室 The University of Tokyo, Graduate School of Agricultural and Life Sciences |
| 稲永 忍 Shinobu Inanaga | 鳥取大学乾燥地研究センター 教授・センター長 National Joint-Use Research Institutes Arid Land Research Center, Tottori University |
| 今川 俊明 Toshiaki Imagawa | 農業環境技術研究所 環境管理部 資源・生態管理科 環境立地研究室 National Institute of Agro-Environmental Sciences, Department of Environmental Management |
| 牛木 久雄 Hisao Wushiki | 国際協力事業団 国際協力総合研修所 国際協力専門員 Japan International Cooperation Agency(JICA) Institute for International Cooperation, |
| 大政 謙次 Kenji Omasa | 国立環境研究所 生物圏環境部環境植物研究室 National Institute for Environmental Studies, Chief of Environmental Plant Science |
| 小崎 隆 Takashi Kosaki | 京都大学 大学院 農学研究科 地域環境科学専攻 土壌学分野 Laboratory of Soils, Faculty of Agriculture, Kyoto University |
| 重田 真義 Masayosi Shigeta | 京都大学 アフリカ地域研究資料センター Kyoto University, Center for African Area Studies |
| 篠田 雅人 Masato Shinoda | 東京都立大学大学院 理学研究科 地理学教室 Tokyo Metropolitan University, Department of Geography |
| 嶋田 義仁 Yoshihito Shimada | 静岡大学 人文学部 社会学科 文化人類学講座 Shizuoka University, Faculty of Humanities and Social Sciences |
| 高橋 一馬 Kazuma Takahashi | 緑のサヘル Action for Greening Sahel (AGS-JAPON) |
| 恒川 篤史 Atsushi Tsunekawa | 東京大学 大学院 農学生命科学研究科 緑地学研究室 The University of Tokyo, Graduate School of Agricultural and Life Sciences |
| 松岡 俊二 Shunji Matsuoka | 広島大学大学院国際協力研究科 Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University |
| 宮田 春夫 Haruo Miyata | 財団法人 国際湖沼環境委員会 International Lake Environment Committee Foundation (ILEC) |
| 八木 正広 Masahiro Yagi | 農用地整備公団 海外事業部情報整備課 Japan Agricultural Land Development Agency(JALDA) |

第1章 砂漠化・土地荒廃に関する調査研究の現状と問題点

1.1 地球環境問題としての砂漠化・土地荒廃の特質

ここでは、砂漠化の定義、砂漠化・土地荒廃の特質について述べる。

(1) 砂漠化の定義

砂漠化の定義について本検討委員会の考え方を示す。

「砂漠化に対処するための国連条約」の定義によれば、「砂漠化」とは、「乾燥地域、半乾燥地域及び乾燥半湿潤地域における種々の要因（気候の変動及び人間活動を含む。）による土地の劣化」とされ、対象地域は、年降水量を可能蒸発散量で除した「乾燥度」が0.05以上0.65以下に限定されている。問題は、土地荒廃という現象はより広範に出現するのであり、湿潤地域、極乾燥地域などの対象地域からはずれた場所において同様の現象が起こりうる。

本報告書では、砂漠化に対処するための国連条約の趣旨を生かし、砂漠化を前述の定義にとどめるとともに、ここに記したような理由から、広く極乾燥地域、湿潤地域も含んだ土地荒廃現象を扱うために、砂漠化・土地荒廃（desertification/land degradation）という名称を用いることにした。土地荒廃は、砂漠化の現象面での特質を示す用語であるが、ここでは、あえて両者を併記した。

(2) 砂漠化・土地荒廃問題の特質

次に、砂漠化・土地荒廃問題の特質を示した。

複雑な要因・地域特性：砂漠化・土地荒廃は、自然的要因と人為的要因の相乗作用によって引き起こされ、背景には複雑な要因が絡んでいる。また、地域特性が非常に強い。それらのことが、全地球的なフレームワークの設定を困難にしている。

南北問題：砂漠化・土地荒廃の被災国は多くが発展途上国で、砂漠化・土地荒廃問題の背後に「南北問題」が存在している。

数値的モデルの作成が困難：砂漠化・土地荒廃の場合は、その原因が自然的要因と人為的要因の複雑な組み合わせからなり、地球温暖化問題のような数値的なモデルの作成が困難である。また、原因の地域性が高いので、仮に一つの地域でモデル化に成功したとしても、広域的な対策の効果は直接的には評価できない。

対策の検討しうる幅が大きすぎるという問題：例えば一方に国際政治学的な問題解決があるとすれば、他方に緑化による砂漠化防止という問題解決があり、それらの体系化が進んでいない。対策を総合化させ、砂漠化・土地荒廃の防止を実現する道筋を提示することが求められている。

1. 2 砂漠化・土地荒廃に関する調査研究の進展状況と課題

ここでは、日本における砂漠化・土地荒廃に関する研究の現状、特徴とその方向性を述べる。

日本における砂漠化・土地荒廃の研究の特徴を日本沙漠学会の学会誌「沙漠研究」からレビューすると以下のようにまとめられる。

中国を対象地域とした研究が多い。

研究者層が薄く、研究分野が広いこと。日本には広大な砂漠が存在しないこともあり、砂漠・砂漠化の研究者の数は限られている。研究分野は、気象・気候、植物、土壌、社会経済など、かなり多岐にわたっている一方で、政策科学的な問題のように手つかずとなっている分野もある。

砂漠化問題を総合的な視点からとらえる研究が少ない。今後の日本における砂漠化・土地荒廃研究に関する課題としては

重点的に研究をすすめるべき課題を示し、少ない研究資源を有効に使うこと。

個別独立的におこなわれがちな研究成果を有機的に結びつけるため、(1)研究者のネットワークづくりや情報の共有化、(2)個別研究を結びつけるための総合モデルの開発や個々の研究間のインターフェース部分の明確化などの仕掛けが必要であること。

諸外国の研究者との連携を密にし、国際的な研究の協調と分業のシステムを模索していくことが必要であること。

- が挙げられる。

上記 でいう重点研究課題としては、以下のようなものが挙げられる。

砂漠化の客観的かつ定量的な観測・評価手法の開発：現状での砂漠化の評価手法は未だ統一を欠き、信頼性への批判が多い。広域観測とフィールド観測のリンクが課題。

砂漠化・干ばつの気象・気候メカニズムの解明

人間活動と砂漠化との相互影響プロセスの解明：ローカルレベルでの調査・研究を通じた砂漠化プロセスの解明

干ばつ早期警報システムの開発：すでに早期警報システムの開発・導入が取り組まれている国もあるが、日本が気象観測、リモートセンシングなどの分野で得意とする技術を生かす余地は大きい。

持続可能な土地利用システムの開発：その土地に適した土地利用のあり方を評価するシステム、土地の脆弱性評価、在来農法システムの再評価と近代農法との融合などの課題が挙げられる。

新技術（先端技術よりもむしろ適正技術）の開発：太陽光の利用システムの開発、地下ダムの開発などがあげられるが、同時にそれらの技術がその地域の自然と社会にとって適合するかどうかの評価も必要とされる。

第2章 砂漠化・土地荒廃のメカニズム解明とモデル化の可能性

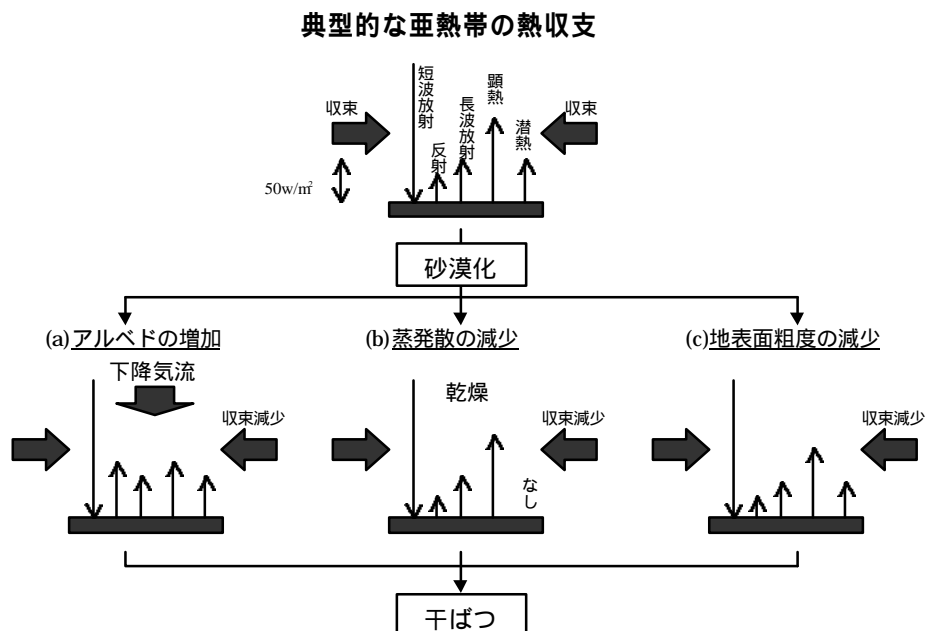
2.1 マクロにみた砂漠化・土地荒廃のメカニズム

ここでは、砂漠化が地域的・広域的な気候に及ぼす影響、なかでも気候に影響を及ぼす重要な現象として、地表面状態の改変を取り上げる。また、環境と植生、砂漠乾燥地の植生、気候変動と砂漠化、植生からみた砂漠化防止について、さらに、広域的気候変動の干ばつ・砂漠化に対する影響についても述べる。特に植物の生長と環境との関係についてまとめ、植物相や植物種の遷移を観察することで、その生育環境の変化、砂漠化や土地荒廃などの指標等への可能性も検討した。砂漠化・土地荒廃の土壌的側面、すなわち土壌劣化について、具体的現象とその要因解析、劣化過程のモデル化手法、具体的対策確立の可能性について議論する。

2.1.1 気候変動と砂漠化・土地荒廃

(1) 砂漠化の気候変動に対する影響

砂漠化の気候変動に対する影響として大気大循環モデルによる数値実験からのアプローチが Charney (1975) の先駆的研究以来行われてきた。それらの研究の多くで、砂漠化の激しいサハラ南縁のサヘル地域が研究対象となってきた。砂漠化が進行すると、アルベドの増加、土壌水分量・蒸発散量の減少、地表面粗度の減少がおり、それぞれが降水を減少させる効果をもつことがわかってきた(下図)。



最近のモデル研究では、大気・陸面過程を現実的に再現できるようになってきたが、モデルで仮定する地表面状態の各特性値の変化量・変化地域が現実と比べて過大評価となっている。したがって、特定の乾燥地域の砂漠化が実際にどの程度干ばつの発生に影響を及ぼしているのかといった定量的な議論をするにはいたっていないのが現状である。

一方、観測事実からのアプローチとして、局地スケール(10²km以下)における観測的研究は、現地観測、航空機観測、衛星観測に基づいて行われてきた。局地スケールで見ると、砂漠化による地表面状態の変化は地域によって多様であり、その気候に対する影響も地域特性を十分に考慮する必要がある。また、広域スケール(10²km以上)における観測的研究は、おもに衛星観測により進められてきた。地表面状態の年々変動は、長期的に進行する砂漠化によるというよりは、降水量の多寡で決まっているものと考えられ、砂漠化が干ばつを発生させるという Charney の仮説を支持するような観測事実は出てきていない。

(2) 広域的気候変動の干ばつ・砂漠化に対する影響

温室効果気体の増加と干ばつ

気候モデルによると、温室効果気体の増加によって、乾燥地域(特に、中高緯度)で全季節にわたって気温が上昇すること、乾燥地域はさらに乾燥化することが予測されている(IPCC,1990、Williams and Balling,1994)。この場合、乾燥地域の陸上生態系は脆弱であるため、温暖化に対して真っ先に影響を被ることになるであろう。

Jones(1994)によると、1901～1993年に陸域全体で気温の上昇は0.44℃であるのに対して、乾燥地域ではそれより大きい0.62℃の気温上昇が認められる。乾燥地域の気温上昇は、中・北部アメリカで最も大きく(約0.8℃)、南米で最も小さい(0.3℃強)。

大気-海洋変動(エルニーニョ/南方振動現象など)と干ばつ

数年周期をもつエルニーニョ/南方振動(ENSO)現象は、太平洋地域を中心とする大気・海洋相互作用で、アフリカ東・南部、南アジア、オーストラリア、南米にある熱帯の半乾燥地域の降水量変動に大きな影響を与えている。

サヘルではENSO現象の影響は比較的小さいが、この地域の少雨傾向の原因として、地表面状態の変化よりも、全球規模の海面水温の変動が重要であるとする研究が近年増えてきている(IPCC,1990)。近年の傾向として、赤道南大西洋とインド洋の昇温傾向が認められるが(Parker et al.,1995)、これがサヘルの少雨傾向と関係しているらしい。

2.1.2 植生からみた砂漠化・土地荒廃

環境と植生との関係を地球レベルでマクロにみれば、気温と降水量が植生の分布を支配する主な要因であることが知られている。例えば、熱帯地域では、年間を通じて乾燥気候になると、疎林や棘性低木林、草原(サバナ)になり、温帯地域では疎林や低木林、草原(ステップ)へと移行する。これらの地域で、さらに乾燥化が進むと、半砂漠や砂漠が形成される。

一方、植物の生育地の環境による純一次生産力の推定のために、幾つかの半経験式が提案されている。この中で、内嶋らが開発した筑後モデル(Uchijima and Seino 1985)は、

植被と接地気層とのあいだでの二酸化炭素と水蒸気の交換過程および植生地の熱収支式を考慮して、植生の純一次生産力をもとめるもので、実際の生産力を比較的よく推定できることが知られている。このモデルによると、乾燥地では純一次生産力が極端に落ちる。

地球温暖化による気候変化に植生の遷移が追いつかない地域では、砂漠化が進行する危険性がある。また、温暖化に伴う蒸発散量の増大は、降雨の少ない地域をより乾燥化させる可能性があり、一度、砂漠化や土壌荒廃により、生態系が破壊されると回復が困難である。地域レベルでの温暖化影響を予測することは非常に困難であるが、次頁図に、線形多項ロジットモデルによる中国の植生分布図と Robock et al. (1993)の温暖化シナリオ(年平均気温2℃上昇、年降雨量20%増加)に基づく潜在植生の推定図を示す。植生分類と気候条件から、多項ロジットモデルにより植生分布を推定したときの的中率は、各植生帯で異なっていたが、平均で68.7%であった。これに基づき、年平均気温2℃上昇、年降雨量20%増加時における潜在植生の推定をおこなったところ、中国西部、特に砂漠周辺地域では、気温の上昇による水分条件の変化と乾燥化が、ステップやサバンナが砂漠化していく可能性があることが示唆された。

植生の存在も環境に影響を与えるため、砂漠化防止のために植生回復を図る場合、その対象地域の極相に近い植物相を最終的な目標とすることが必要である。

2.1.3 土壌劣化と砂漠化・土地荒廃

土壌劣化の現象と要因としては、1)物理的過程、2)化学的過程、3)生物的過程 - が挙げられる(Lal and Stewart(1990,1992))。また、水食、風食、土壌塩性化について、その劣化過程の作用機構の解析を通じ、各パラメータを用いたモデル化が試みられている。

将来、土壌劣化を抑え、持続的に土地資源を利用するためには、土壌のみならず植生や水資源などを含めた農耕地および自然生態系における物質循環を保証するような土地利用システムの確立が必要であるが、そのシステムに含まれるべき個々の技術はそれぞれの自然および社会経済的環境に応じて選抜されねばならない。さらに、そのようなシステムを構築するためには、良質の気象情報の収集や現行システムのモデル化などを着実に進めていくことが肝要である。

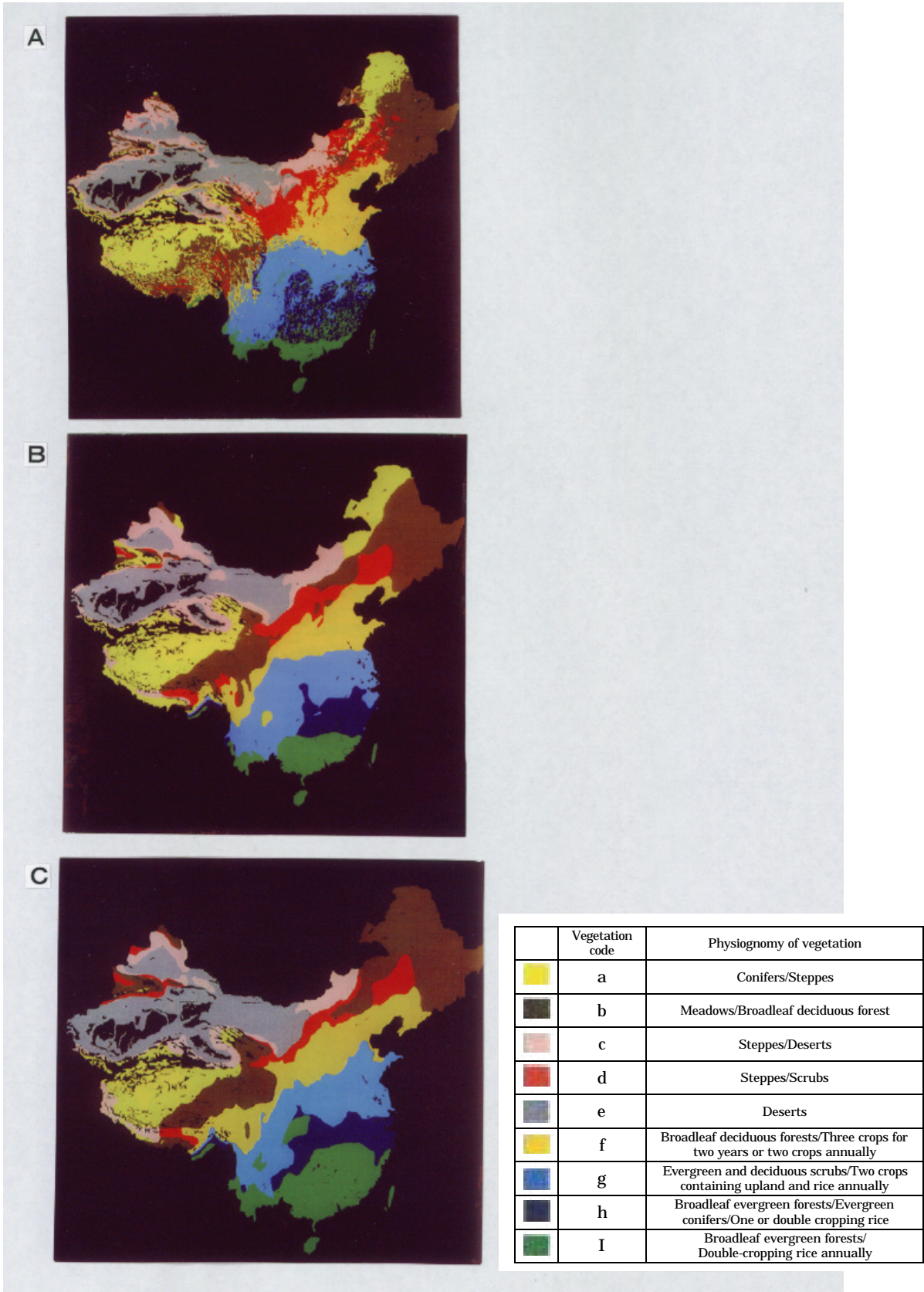
2.2 地域的にみた砂漠化・土地荒廃の自然的・社会的メカニズム

ここでは砂漠化・土地荒廃現象の捉え方と地域的にみた砂漠化・土地荒廃問題を中国とアフリカを例に自然的・社会的メカニズムの検討をおこなった。

2.2.1 砂漠化・土地荒廃現象の捉え方

(1) 普遍化への努力

砂漠化・土地荒廃問題には強い地域特性が存在するものの、問題解決を図っていくために、普遍化の努力を行うべきである。最も急がれるのが、砂漠化・土地荒廃モデルの提示であり、このモデルには自然的要因と人為的要因の両方が組み込まれるべきである。



線形多項ロジットモデルによる中国の植生分布図と Robock et al. (1993)の温暖化シナリオ(年平均気温2 上昇、年降雨量20%増加)に基づく潜在植生の推定図

(2) アフリカとアジアをつなぐ視点

アフリカとアジアに見られる砂漠化・土地荒廃現象は、本質的には共通する側面を有している。大きく見ると、牧畜民、農耕民が攻めぎ合う場としての砂漠化前線というかたちで捉えることができる。地域の伝統的な文化、社会、政治などの違いを超えて、共通原理で砂漠化・土地荒廃を捉え、つぎにそれぞれの地域の特異性を考えていくことで、砂漠化・土地荒廃が引き起こされるメカニズムを、より鮮明に説き明かせると考えられる。

(3) 砂漠化・土地荒廃防止対策の考え方

砂漠化・土地荒廃防止に関する現象解明の成果は、その防止対策につながるものでなければならない。また、その目的には、直接的な砂漠化・土地荒廃防止の他に、間接的な経済・社会の安定化が含まれるべきである。

両者を統合するためには、1) 社会システムの再構築の必要性、2) 持続可能な資源は突き詰めると生物資源と自然エネルギーに帰着するという点、3) 技術移転に対する十分な配慮や、適正技術の開発が求められるという点が指摘できる。

(4) アジア・太平洋における砂漠化・土地荒廃防止

砂漠化・土地荒廃防止に対して日本が果たし得る大きな役割の一つが、アジアに対する貢献である。

砂漠化・土地荒廃現象をアジア・太平洋地域で議論するには、まず、アジア全域を対象に気候地形学的な自然環境の特徴を把握し、人文社会的な土地利用の現状と、それらの相乗効果によって引き起こされる環境変化現象の類型化を行い、現象の普遍性を把握する必要がある。例えば、モンゴルからインドネシアに至る「東アジア・環境トランセクト」を設定し、それぞれの地域ごとの問題の特徴づけを行うことが、個別研究に先立って必要であると考えられる。

2.2.2 砂漠化・土地荒廃の進行と自然的・社会的メカニズム

中国の砂漠化・土地荒廃は依然として拡大傾向にある。「荒廃地」と区分される面積は国土の27.3%に達し(中国林業省1997「中国砂漠化報告」)、最近20年間に平均2,460km²/年の速度で砂漠化が進行している。この節では、中国東部の三つの地域のランドサットデータを用いた砂漠化進行状況のモニタリング結果、および内モンゴル自治区奈曼旗を対象として砂漠化進行の自然的・社会的メカニズムを検討した結果、以下のようなことを明らかにした。

長期間の砂漠化の進行には、時代ごとの土地利用のあり方が大きく関与している。1950年以降は急激な人口や家畜の増加や特定の時期の開墾などが砂漠化の原因となっている。降水量の減少による乾燥化に加えて冬季の乾燥と春季の強風というこの土地特有の気象条件が砂漠化を拡大している。一方では農法の転換や砂漠化に直面した土地の牧草地、防風林地への転用、牧草を著しく破壊させるヤギの飼養禁止、飼料作物の利用などを通しての砂漠化防止技術が功を奏している。今後は、土地生産力の評価とそれに適合した土地利用のあり方を検討することによって、持続的な土地利用が行われるとともに砂漠化した土地の回復をはからなければならない。

2.2.3 人間生活の観点からみた砂漠化と干ばつの防止策

従来の砂漠化防止対策は、「土地劣化の防止」など、自然現象としての砂漠化防止策が先行しすぎ、人間生活の改善に目が届かなかったたきらいがないでもない。例えば放牧が土地劣化の元凶だからこれを禁止すればよい、というのは牧畜が乾燥地に適した生業として発達した事実を無視した発想である。砂漠化防止対策で重要なのは、砂漠化に苦しむ人々の救済に至るような対策である。

こうした観点から、実効的な砂漠化防止のための基本政策の原理的問題を二つ提起する。

1) 地球・人間環境学的な国際政治学の必要

歴史的に見れば文明の中心であり、決して貧困地帯ではなかったサハラ南縁地域などの乾燥地域が、なぜ今世界の最貧国として砂漠化に苦しんでいるのか。これは自然現象としての砂漠化のみで説明のつくことではない。多様な生業と地域間の交流に恵まれたこれらの地域の文化的、歴史的な背景をふまえた上で、本来機能していた地域間交流や相互援助などのシステムを再構築するなどのアプローチが必要である。

2) 乾燥地における水資源と水利用の技術と社会的慣行の総合的研究

乾燥地には多様な水資源が存在し、古くから複雑精緻な水利用を構築してきた。こうした乾燥地の知恵を学びつつ、精緻な灌漑システムに立脚する日本の稲作などの発想をいかすような形で、乾燥地の水資源とその利用についての総合調査をおこなうことは、世界の砂漠化問題に大きな独自の寄与をおこなうことになる。

2.3 砂漠化・土地荒廃現象に関するモデル化の可能性

ここでは、砂漠化と関連するモデルをレビューし、今後のモデル開発の方向性について展望する。

砂漠化関連のモデルとしては、まず個別の砂漠化現象に関するモデルがある。水食、風食、塩類化、および過放牧などの砂漠化・土地荒廃の主要なプロセス、また人為的な要因の駆動力(driving force)として主要なパラメータとなる人口のそれぞれについて、モデル化の研究がある。また、砂漠化・土地荒廃が、種々の環境資源の需要と供給のアンバランスから生じるため、この分野でもモデルが提案されている。

さらに、これらの種々のプロセスを統合したモデルについても開発が進められている。

(1) 個別の砂漠化プロセスに関するモデル

水食：経験的モデル/観測された水食量データと、侵食に寄与する種々の因子に関するデータとを統計的に関連づけたもの。代表的なものに土壌損失量を、降雨侵食度、土壌侵食度、斜面長などにより説明する USLE モデルがある。物理的モデル/土壌粒子の挙動を侵食のメカニズムや水文的原理によって推定するもの。農地における土壌侵食による殺虫剤や肥料の流出を予測するモデルなどがある。

風食：例えば風食ポテンシャル、裸地率、粗砂率の3つのパラメータで風食の飛砂量をあらわす式などがある。

塩類化：塩類化の程度を予測するものは種々あるが、塩類集積のモデルは見られない。
植生：とくに放牧地植生に関するモデルについては多くの研究が蓄積されてきている。
人口：分析的方法 / 人口の時系列データをもとに変動の傾向を把握し将来予測を提示している。要因別推計法 / 人口動態統計、人口移動統計等から変動の内容を提示している。
環境資源の需要 - 供給バランスに関するモデル：特に砂漠化と関連したものとして、例えば、食糧消費・生産について土壌劣化の因子等を取りこんで提示したものなどがある。

(2) 複数の砂漠化プロセスを統合したモデル

砂漠化地域モデル：概念モデル / 砂漠化進行プロセスを不可逆的・一方的だとするモデル、砂漠化は可逆的で回復可能だとするモデルがあり、どちらを選択するかによって対策は異なってくる。定量的モデル / 砂漠化危険度を水食、放牧、植生荒廃、居住、風食に5つのパラメータであらわすモデル (Grunblatt et al.(1992))、環境指標として侵食ポテンシャル、放牧圧、気候的ストレスなどを用い、GIS上で数値化した評価モデル (Mouat et al.(1997)) など。

村落レベルのモデル：環境資源の需要と供給のバランスを論じたモデルなどがあり、持続的な土地利用システムに有効である (研究事例が少ない)。

(3) モデル開発の現状と課題

砂漠化・土地荒廃問題のひとつの特徴は、そのなかに複数の現象を含み、かつその総体としての砂漠化現象が世界的な普遍性をもちにくい点である。モデル開発の現状も、このような砂漠化のもつ特徴を反映している。

第一に、個々の領域においては、かなり精緻なモデル開発がすすんでいる分野もみられる。たとえば水食、人口動態、放牧地植生などの分野においては、多くの研究の蓄積がみられる。第二に、複数の砂漠化プロセスを統合したモデルは、数は少ないもののいくつかの研究事例がみられる。比較的広域的な土地を対象として、複数の砂漠化プロセスを考慮した砂漠化危険地域の評価をおこなうもの、村レベルの環境資源の需要 - 供給から人口と資源とのバランスを評価するものなどである。第三に、砂漠化の要因、結果、影響のプロセスを包括的にあつかったモデルは開発されていない。砂漠化の因果関係を説明するモデルは、現時点では概念的モデルの段階にとどまり、今後の大きな課題として残されている。

今後のモデル開発の方向性としては、モデルの対象となる室内スケールに応じて以下の三つの方向がある。

村落スケール (数 km 四方程度) のモデルとしては、Proctor(1990)が行ったような環境資源 (食料、家畜飼料、燃料材) の需要と供給を推定し、その収支から土地利用の持続性を評価するモデルが有効である。

地域スケール (数十 ~ 数百 km 四方程度) のモデルとしては、Mouat et al.(1997)によって示されている GIS アプローチ、すなわち空間モデルを用いた砂漠化危険度の地域的な総合評価が有効である。

大陸・地球スケールのモデルとしては、植生 (土地被覆) と気候との相互作用を予測するモデルが重要である。

第3章 防止・回復のための社会システム及び対策技術のあり方

3.1 砂漠化・土地荒廃の防止・回復のための基本的考え方

ここでは、『砂漠化に対処するための国連条約』の理念と目的、最終目標に照らして、従来の我が国の対応の問題を中心に、砂漠化・土地荒廃の前提条件と優先課題について述べる。

砂漠化・土地荒廃の防止については、国連砂漠化会議（UNCOD,1977）で採択された砂漠化防止行動計画(Plan of Action to Combat Desertification = PACD)などに基づいて、1970年代後半より、世界各地の乾燥・半乾燥地域で、多様な対策プロジェクトが実施されてきた。しかし、多額の資金を投じて行われたトップダウン方式の大規模プロジェクトは、ことごとく失敗に終わっている。

こうした過去の反省のうえに立って、砂漠化に対処するための国連条約(UN, 1994)では住民参加とNGOの役割を重視する村落コミュニティ・レベルのボトムアップ・アプローチを基本戦略として採用している（第2条第2項）。それは、コミュニティ・レベルにおける土地生産性の修復と向上、土地と水資源の適正管理を中心に据えた砂漠化・土地荒廃被災地域の持続的発展を目標とする総合戦略にほかならない。これを実施するためには、被災地域における貧困の撲滅や土地制度の改革、地方分権の推進、市場アクセスへの不利な条件の排除、食糧安全保障体制の整備、さらには国際市場・貿易における不利な条件の排除などが不可欠である。以下に対応のための前提条件と優先課題の項目を示す。

(1) 対応のための前提条件

問題の本質の理解：砂漠化・土地荒廃は、社会経済的要因によって生じ、地域の持続可能な発展を妨げるものであるという認識。

国際的取り組みの必要性の理解：特に開発途上地域のための技術・資金援助。

変動する社会経済的環境への配慮：市場経済の浸透、国際的経済不況、援助政策の転換など、社会経済条件の変動に関する配慮。

気候変動に対する配慮：厳しい干ばつが、食糧生産基盤と水・エネルギー供給システムの破壊を通して多数の餓死者や環境難民を生み出していることに対する理解。

既存プロジェクトの徹底レビューと評価：各プロジェクトの成果を詳細にレビューし、成功の条件と失敗の理由を明らかにすること、特に中・長期的視点からの評価が行われることが望まれる。

(2) いくつかの優先課題

現場レベルのモニタリングと評価：コミュニティ組織のリーダーや農民までもが利用できる簡便かつ効果的な手法と技術の開発が望まれる。

社会経済的側面の重視：被災地域の貧困撲滅、持続的発展を究極目標に据え、住民参加、土地制度の改革などの問題と総合的に取り組むことが必要である。

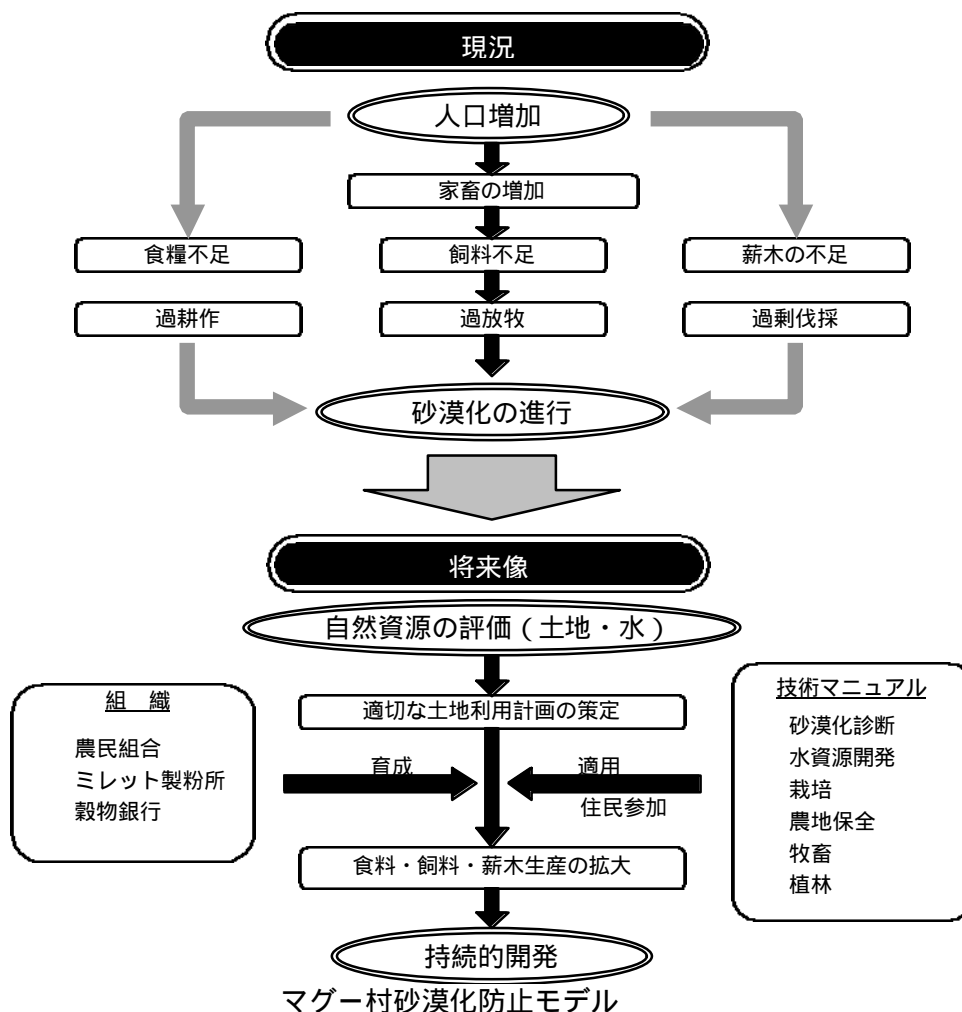
NGO と CBO の活動強化支援：住民のニーズの掘り起こしと組織作りの支援など。
 地域特性への配慮：自然環境・社会経済的条件の特性への配慮。
 プログラムの調整と重複の排除：国内連絡調整機関の設置など。
 対処能力の向上と技術移転の新たな課題
 気候変動予測と食糧安全保障
 情報・代替生業・代替エネルギーの各システム、水資源の管理の革新的対応
 有能な専門家の養成

3.2 事例地域における社会システム及び対策技術の検討

ここでは、5カ国を事例にあげ、その地域における社会システムと対策技術を検討した。

3.2.1 ニジェールにおける事例

途上国における緊急課題は、貧困化、人口増加、食糧の不足に集約される。これらの問題に対処するためには、持続的な農業を促進することが必要である。JALDA（農用地整備公団）は、熱帯林保全、土壌侵食防止などのための調査を世界各地で実施をしている。



第一局面（1985～89年）においては、サヘル地域において基礎的なデータの収集を行った。これにより、砂漠化の進行状況の把握、砂漠化の原因の分析等の基礎的な分析を実施した。第二局面（1990～95年）においては、現地に適した実践的かつ普及可能な技術の把握を目的に、実証調査を実施した。このために、ニジェールの首都ニアメ近郊で実証農場を設けた。

調査の成果として、水管理、栽培、農地保全、牧畜、植林などの分野で、現地の農業指導者を対象とする技術のマニュアルを整備し、さらに、マゲー村を対象として「モデル開発計画」を策定した。計画では、マニュアルの技術を適用しながら、土地や水の利用計画を立て、植生の回復、食料、飼料などの自給、所得の向上についてのプランを描いた。

この「モデル計画」および「技術マニュアル」は、自然条件の異なる他の地域には応用が必要である。

現在は、第三の局面（1996～2000年）にあり、次の2点に主眼を置いている。

一つは、マゲー村を対象とした砂漠化防止対策実施に必要なマニュアルを総合的に整備する。また、サヘル地域で広範に適用可能な「技術のパッケージ」を確立する。

二つに、サヘル地域の各国において砂漠化防止事業を推進しやすい環境を整えるために、必要な自然、社会、経済に関する情報の収集、分析及び整備を行う。また、収集、分析した諸情報および技術のパッケージをデータベースとして整備し、関係者に提供する。

上記の調査に当たっては、ニジェール河流域機構(NBA)、ニジェール国政府、CILSSの大きな協力を得て実施する。

3.2.2 エチオピアにおける事例

土地荒廃・砂漠化の現象は、程度の差はあるもののエチオピア全域において存在している。しかし、2000年以上にわたるエチオピア文明史の過程で、今日に至るまで、エチオピア各地で営まれてきた農業により土地資源が回復不可能なまでに疲弊したという事例はあまりない。むしろ、破滅的な状況に至る以前に、それぞれの地域の農業・社会システムに即した形で様々な手だてが施されてきた。

ここでは、エチオピアに代表的な3つの農業・社会システムをとりあげて、それらの特質を概観する。

エチオピア北部高地のセム系民族による穀類農業社会システム

低投入によって適正な収量を長期安定的に得てきたシステムが、近年、多投入による高収入を求めるシステムに変換されつつある。

エチオピア西南部高地のオモ系民族によるイモ型作物（根栽類）農業社会システム



農耕地における土壌侵食の実例（エチオピア南部州ソド付近）

An example of soil erosion in the farmland (Near Sodo, southern part of Ethiopia)

土壤窒素を少しずつ利用している根菜類作物と、タンパク質を補うマメ類や穀類を巧妙に組み合わせるシステムが営まれている。

エチオピア西南部半乾燥地域のクシ系民族による農業・牧畜複合社会システム
農牧複合システム、多品種の混作、堆肥の積極的な利用などが注目される。

3.2.3 カザフスタンにおける事例



調査地 Survey site

本地域において農業を発展させる上で障害となってきたのは、いうまでもなく砂漠地帯で100mm以下、北部ステップでも350mm以下という少ない降水量である。この条件の中で農業生産をあげるために、前者では河川水を利用した大規模灌漑農業が導入され、また後者では専門分化した大型機械を用いた独特の耕起法などを発達させてきた。

しかしながら、北部ステップの農業におけるような、耕起法の工夫により十分な水分を確保した上で、土壤有機物の分解を促進し窒素の放出を促すというような農法は、必然的に自然生態系の物質循環にはあり得ない収奪的な側面をもっており、長期的には土地生産性の低下を免れないものと思われる。本地域農業の問題点は、短期的な収量増を得るための技術としての夏季休閑があっても、長期的な地力保全を目的とした本来の休閑地管理法が開発されなかった点であろう。

一方南部の砂漠地帯で展開されてきた大規模灌漑農業は、地域の水循環・塩類分布を劇的に変化させ、今日ではアラル海消滅の危機や灌漑耕地土壌の塩性化の進行という代償を求められている。現場での対症療法的対策としては、灌漑水路や排水網の整備などが挙げ

られるが、本質的にはどの程度まで地域環境の改変を許すか、といった点に関する関係諸国のコンセンサスの問題であろう。

ソ連邦が解体された今日、従来の社会的・経済的結びつきも同様に失われつつあることから、まず新たな市場経済体制の中で本地域農業の位置を確立すること、次いで、特に生産持続性の観点から、大規模灌漑農業における土地・水利用を再考すること、ステップ穀作農業における有機物等の物質収支をバランスのとれたものに置き換えることが求められている。

3.2.4 インドにおける事例

タール砂漠 (the Thar Desert) は、インドとパキスタンにまたがる面積約 260 万 km² の熱帯砂漠である。主要地域にあたるラジャスタン州乾燥地域の人口密度は 1km² あたり、1901 年には 16 人だったが、1991 年には 83 人 (推定値) となっており、世界的に見ても、もっとも人口の密な砂漠のひとつとなっている。

砂漠化のプロセスとしては、風食や砂の移動・集積、長期にわたる植生の減少、連作による土壌生産力の低下がみられる。その直接的な要因としては、過放牧、樹木の過剰採取、限界地耕作、連作、トラクタによる耕起などが挙げられる。

国立環境研究所の砂漠化研究グループは、ジョドプール県オシアン郡カブラカラン村において砂漠化のプロセスと要因に関する調査をおこなった。このカブラカラン村では、降雨依存農業を主体に、十数頭のヤギやヒツジを飼うという、この地域の典型的な農業形態がみられる。人口は 1951 年に 401 人だったのが 1991 年には 1253 人となっている。このような人口の増加はエネルギー需要を増大させ、村落周辺での樹木の過剰採取を招く。さらに、人口の増加に応じて家畜数も増加し、過放牧が生じる。またこの調査によると、1 戸あたり平均土地所有面積は 1 世代ごとに約半分に減っている。従来と同じような生産を得るためには、休閑期間を減少したり (連作の増加) これまで使われずにいた砂丘などの限界地も利用に供されるようになり (限界地耕作) 結果として土地荒廃を加速すると考えられる (Miyazaki and Tsunekawa, 1996)。

砂漠化対策としてこの地域では、植林、保護ベルト植生、アグロフォレストリシステム、風食を抑制する耕作技術、太陽エネルギーの利用システム - といった砂漠化対策がとられている。

3.2.5 中国における事例研究 - 内モンゴル自治区奈曼旗の例

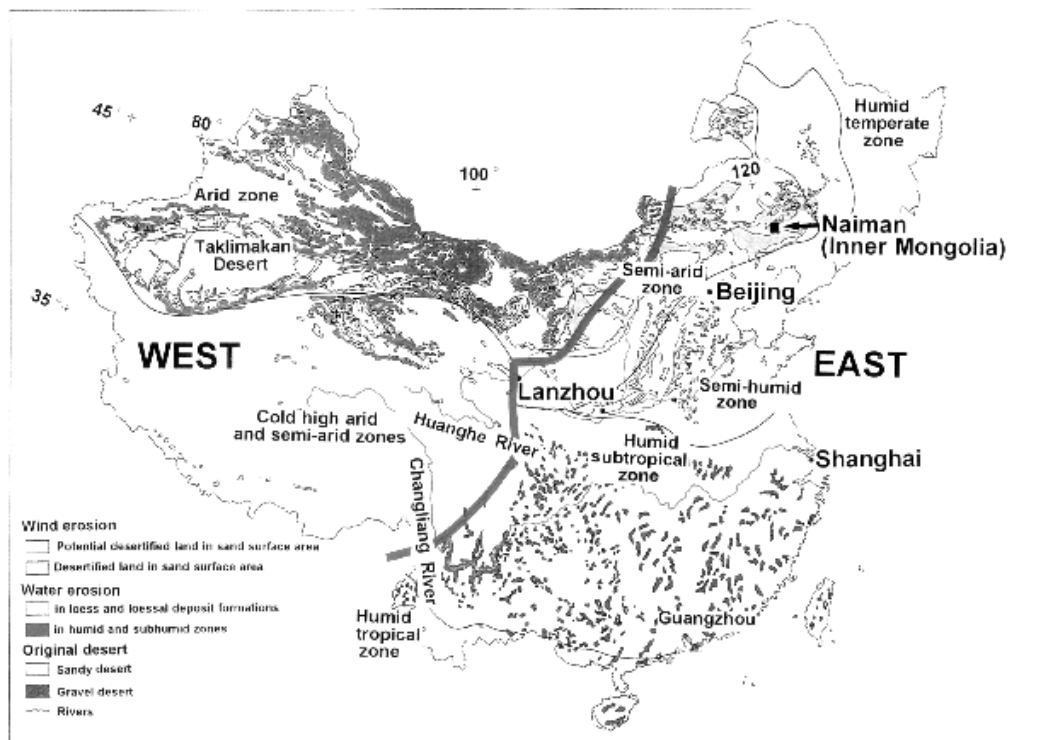
この地域の砂漠化は 1,000 年オーダーまで遡り、砂漠化と草原生態系の安定期が繰り返されてきた。ここでは、現在の砂漠化を引き起こしていると考えられる 1947 年の内モンゴル自治区成立以後の社会システムと対策技術について述べることにする。

奈曼旗は、華北から内モンゴルへの農耕地域から牧畜地域への移行帯に位置し、農牧混合地域となっている。

定住しての農牧が営まれている奈曼旗では、耕地面積が減っているものの、そこが優良

な草地となっているわけではなく、一方では開墾は依然として継続している。そして、家畜頭数も減っていないため、草原の劣化による生産力の低下を考慮しなくても、放牧圧は増加していることは明らかである。

奈曼旗の位置



限られた土地で、人口と家畜が増加し、食料及び飼料の需要が高まっている中、奈曼旗のように経済的に豊かでない地域での対策は、地域での生産システムを効率化させることと、地域経済に即した回復技術の導入が肝要であろう。

農業環境技術研究所の研究グループは、砂漠化の直接の原因となっている放牧圧について、1992年より5年間にわたって、放牧試験を行ってきた。その結果、平坦な砂丘地では羊4頭/haまで許容できるのに対し、起伏のある小丘部では2頭/ha程度に押さえる必要があることがわかった。

これに即した現地の対策としては、ヤギの放牧の禁止のほか、1)草原の改良や人工草地の造成、2)放牧地の柵での囲い込み、3)輪牧制度の確立、4)畑作で産出された作物の茎葉および一部の穀実の飼料としての利用が図られてきた。

また、奈曼旗では1970年代半ばから、国家事業としての防風林造成が行われ、砂の動きを止めると共に大小の防風林を網の目状に配置し、1km×1kmを最小単位とする農耕地、牧草地を造成し、農民に土地を貸与している。

農民は活動砂丘に隣接する低平地や斜面下部を農地に利用するため、砂の動きを抑えるため、収穫した作物の残査を使って、砂丘の表面に藁を網の目状に配置する草方格や茎を砂丘表面に突き刺す方法が毎年繰り返されてる。比較試験の結果、こうした比較的簡便な方法も有効であることがわかった。

以上のように、砂漠緑化にみられるような先進技術を用いた工学的手法に頼るのではな

く、地域の自然および社会条件にあった環境立地的視点からのアプローチが地域に適合した対策になるとともに、持続的な土地利用を可能にするであろう。

第4章 国際的な支援・援助のあり方と我が国の役割

4.1 国際的な取組みの現状と課題

国際的な取組みについてさまざまな側面からの現状と課題を述べる。

(1) 砂漠化に対処するための国連条約を基にした国際的取り組み

地球的レベル

1997年秋ローマで開かれた第1回締約国会議では、条約事務局の設立、締約国会議の活動計画、科学技術委員会規程などについての合意がなされ、条約の仕組みが動き出す基礎は比較的順調に整った。今後、第4回締約国会議までの間、実質的な面、例えば地球的なメカニズムによる資金動員、既存の機関やメカニズムとの調整などが課題として残されている。

国家レベル

砂漠化の影響を受けている締約国の義務として、ここ1~2年の間に砂漠化対処国家行動計画を策定する国が増加し、住民参加などによるボトムアップ方式の採用も進んでいる。しかし地方公共団体が自主的に行動するための能力の向上など、課題も多い。

地域レベル

地域レベルの会合も開催されるようになってきているが、国連の地域経済社会委員会等既存のものにある程度委ねることも検討されるべきである。

(2) その他の多国間協力

UNDPは途上国の様々な開発問題に関わってきたという経験をもつため、今後の砂漠化対策において大きな役割を担っていくことが期待される。IFADは、条約暫定事務局の啓蒙活動の協力、「アフリカ諸国の砂漠化条約実施支援のための技術支援」プログラムの開始など、条約の下での地球的メカニズムのホスト機関として積極的な活動を展開している。そのほか、世銀、FAO、IGADD (Intergovernmental Authority on Drought and Development) などの諸機関の活動が注目される。

(3) 二国間協力

国際協力事業団が1994年、国レベルからコミュニティレベルにわたる様々な社会経済的な開発問題に対する指針を打ち出した「砂漠化対策援助報告書」を発行していることは明記するべきである。しかしながら、多くの国々では、二国間協力において、未だ砂漠化対策の取り組みの方針は明確にされていない。

(4) NGO 協力

「砂漠化」という概念が明確になり、砂漠化に対処するための国連条約が採択されたことにより、多くの国レベル・コミュニティレベルのNGOは効果的に砂漠化防止のための活動を行うことができるようになった。また、条約の採択により、NGOの国際的な結びつきも急速に進んでいった。

4.2 我が国の取り組みの現状と課題

ここでは我が国の取り組みの現状と課題を述べる。各省庁における取り組みと国際協力事業に分けて示した。

4.2.1 日本国政府の砂漠化・土地荒廃に対する取組と課題

我が国政府としては砂漠化問題を地球規模の環境問題として重要視するとともに、開発途上国における持続可能な開発に関わる基本的問題であると考えており、様々な砂漠化防止対策を講じてきている。

(1) 我が国の砂漠化に対処するための国連条約への対応について

我が国は砂漠化に対処するための国連条約政府間交渉会議に積極的に参加し、我が国代表がビューローメンバーや第二作業部会の議長を務める等、その作成・採択等に貢献してきた。また、砂漠化に対処するための国連条約事務局への拠出についても継続的に行っている（1997年度の拠出額107万6千USドル：会議開催費及び開発途上国からの会議参加費等）。

97年9月にはニジェールにおいて開催された砂漠化に対処するための国連条約アジア・アフリカフォーラムに参加したほか、本フォーラム開催のために財政面でも積極的な貢献を行った。

砂漠化に対処するための国連条約については、98年9月11日、その受諾が閣議決定され、第2回締約国会議（11月30日～12月11日、セネガル）の会期中である12月10日に正式に締約国となることが決定した。

(2) 各省庁における砂漠化防止の取組について

各省庁における具体的な取組を以下の類型に分けて紹介する。

調査

環境庁では西アフリカのブルキナファソにおいて地下水有効利用施設による給水や植林を図るとともに地域住民の参加を得て持続可能なコミュニティ形成を図る砂漠化防止対策モデル事業を行っているほか、専門家を組織して砂漠化防止に関する総合的な対策についての検討を行い、「砂漠化防止対策ハンドブック」を作成した。農林水産省ではアフリカのニジェールにおいて農業農村開発を通じた砂漠化防止技術確立のための実証調査を行っているほか、砂漠化状況及び劣化改善ソフト適用地域分布図の作成などを行う農地水資源管理モニタリングシステム構築調査を行っている。林野庁においては砂漠化の進行地域において、森林の育成条件、森林復旧対策事例等の調査、技術実証造林等を通じ森林復旧のための技術指針を作成する砂漠化地域森林復旧技術指針策定調査事業を行っている。

研究

1992年より環境庁が中心となって運営している地球環境研究総合調査費により砂漠化に係る調査研究を関係各省庁の国立試験研究機関を中心とした体制で実施してきている。これまで、砂漠化と人間活動の相互影響評価に関する研究、北中国及び西オーストラリアにおける砂漠化防止対策適用効果の評価手法の開発に関する研究、中央アジアのカザフスタンにお

ける塩類集積土壌の回復技術の確立に関する研究、中国の砂漠化土壌改良のための脱硫石膏の有効利用に関する予備的研究などがなされている。文部省においても新プログラム方式による研究の推進による鳥取大学の乾燥地研究センター等における乾燥地の砂漠化防止及び開発利用に関する基礎的研究を行っている。

途上国援助

外務省がセネガル、ニジェール、タンザニアにおいて専門家と青年協力隊からなる5～10名程度のチームを派遣し乾燥に強い樹種の育苗、農村住民に対する植林運動の技術指導、アグロフォレストリーの普及等の植林プロジェクトを行う緑の推進協力プロジェクトを行っている。1995年度には、セネガルにおいて「苗木の育成場整備計画」に無償援助を行っている。

NGO支援

環境事業団の地球環境基金によるNGOに対する助成を行っている。砂漠化防止対策関連では1996年に8団体、1997年に6団体が助成を受けている。

国内啓発

環境庁において砂漠化に対処するための国連条約のパンフレットの作成・配布を行っているほか、日本環境協会の環境シリーズのパンフレット「地球規模の砂漠化を考える」の編集への協力・配布を行った。また、毎年行われる「エコライフフェア」にて展示・ビデオ上映を行い普及を行っている。

(3) 我が国政府の砂漠化防止に対する取組の課題

我が国政府の取組は、各省庁においてそれぞれ独立して行っているのが現状である。政府の役割を考えるにあたっては、まず我が国の関係機関が砂漠化防止の取組において果たすべき役割を整理し、我が国が砂漠化防止対策を行う上での体系化を行わなければならない。特に、砂漠化に対処するための国連条約への批准及びその後の締約国としての貢献を検討するに際し、現在実施されている各主体による砂漠化防止のためのさまざまな取組を体系化し、これを国際的にインプットしていくことが極めて重要である。

4.2.2 砂漠化・土地荒廃分野における国際協力事業の現状と課題

本節では、砂漠化・土地荒廃の対策事業における我が国の国際協力の取り組みについて現状と課題を概観する。これまでの我が国の実績は技術協力と無償資金協力の分野が中心である。

(1) 技術協力

以下のような技術協力を行っている。

専門家派遣：現在、ブラジルおよびブルキナファソへ各1名派遣されている。また、「緑の推進協力プロジェクト」のリーダーとして専門家の派遣が行われている。

調査団派遣：西アフリカのマリ共和国に2件派遣されている。

青年海外協力隊派遣：「緑の推進協力プロジェクト」で隊員が派遣されている。このプロジェクトはこれまでセネガル（1986～）、ニジェール（1990～）、タンザニア（1986～）で実施されてきており、植林、森林経営、果樹・野菜栽培、造園、測量、農業土木など多岐に

わたる協力を行ってきた。

(2) 無償資金協力

関連する内容の事業としては苗木育成場整備、村落給水整備、農村開発、旱魃被害援助等で多く行われていて、対象国もセネガル(267.93億円)、マリ(88.34億円)、ニジェール(161.35億円)、チャド(11.21億円)、モーリタニア(99.78億円)、ブルキナファソ(94.81億円)等、ほとんどの砂漠化地域に及んでいる(外務省、1997、なお括弧内は援助開始以来の累計援助金額)。

(3) わが国 ODA 協力事業の動向と課題

青年海外協力隊の「緑の推進協力プロジェクト」や無償資金協力における旱魃被害援助で分かるように、途上国における砂漠化・土地荒廃対策に対するわが国の協力は、1980年代初頭のアフリカ大旱魃を契機として開始されたといつてよい。

JICA では、砂漠化対策を広域環境援助研究のひとつとして取り上げ、1994年4月に「砂漠化対策援助研究報告書」をまとめている。

報告書の結論では、わが国がこの分野で援助を実施する際の方法論として、「総合的アプローチ」、「波及効果の大きい小規模プロジェクト」の優先的採択、日本の経験不足を国際機関との「協調援助」によって補うこと、NGOとの協調・連携を挙げ、配慮事項として、「住民のニーズへの配慮と関係機関のコンセンサスの形成」、「女性に対する配慮」、「牧畜民に対する配慮」、現地中堅職員の「カウンターパート」としての優先登用、「短期・長期的利益の組み合わせ」、砂漠化対策実施済み地域への「リハビリ重視」、砂漠化対策での現地「伝統的技術の尊重」、カウンターパート以外の「ローカル人材の活用」、「日本の技術的優位分野による協力」、沙漠対策援助実施中の各機関との「情報交換」 - を上げている(国際協力事業団、1994)。

4.3 世界各国における NGO の取り組み

ここでは、NGOの取り組みとその役割について、特にサヘル地域を取り上げて述べる。

4.3.1 NGOによる取組みとその役割

砂漠化関係を中心に環境に関わるNGOをその役割から見ると、啓蒙団体、批判団体、調査研究・情報提供団体、実践(開発、保全、住民の組織化、保健・衛生、救済等)、資金提供団体、技術協力団体、NGO間の連絡・調整団体 - が挙げられる。

個々のNGOが国際社会において相応の役割を果たそうとする際の課題・問題点としては、資金、特に自己資金、専門的能力、安定性、accountability, transparency、国際的視野、国家主権や地元の自主性の尊重、その他(NGO間の活動の重複、政府関係機関のNGOへの認識など) - が挙げられる。

4.3.2 サヘル地域におけるNGOの役割

ここでは多くのNGO活動の中から代表的と思われる2例の紹介と、日本のNGOの活

動状況について述べることにする。

(1) 国際的NGO CARE International

CAREは、戦後の復興をめざして第二次大戦直後にアメリカで創造されたNGOで、その後も世界各地の自然災害や紛争による被災地で救援活動を行ない、サヘル地域でも1960年代後半から1973年にかけて受けた旱魃にも、各地で活動を行なっている。

防風林群で知られる「マジアの谷」のプロジェクトは、アメリカの平和部隊のメンバーによって始められた後、旱魃終期の1973年にCAREに引き継がれ、これまでサヘル地域に試みられた多くの植林事業の中にあっては、数少ない成功例の一つとして、国際的にも高い評価を受けている事業である。

(2) ローカルNGO: FUGN (Federation des Unions des Groupement NAAM)

NAAM(ナーム)とはモーレ語で「若い農民」という意味である。1967年、伝統的な農村社会の相互扶助組織を母体に結成された。組合数3,604団体、約23万人の農民が加盟(FUGN 1993/1994)する、ブルキナファソでも代表的な農民組合組織である。NAAMの基本哲学は、伝統社会に固執することなく、かつ急速な近代化(西欧化)でもない、「調和の取れた内発的発展」である。活動としては野菜栽培、牧畜、乾燥野菜、機織り、小規模クレジット、穀物銀行などの研修、石積み畦畔(ディゲット)、浸透堰、タピエルパセ、堆肥の施用による肥沃化増進などによる環境保全活動、各種経済活動、医療、文化活動 - などを行っている。

(3) 日本のNGOの事例1「サヘルの会」

日本のNGOでサヘルを活動地域としている団体は少なく、活動内容を砂漠化防止関連に絞るとその数はさらに限定される。

サヘルの会は1987年に設立の後、マリ共和国ファギビンヌ湖北岸のティンナイシャ村における調査を実施、翌年より事業を開始した。林業面では村内に植林用の苗畑を開設し、ティンナイシャ村及びその周辺の地域への樹木苗の配布を行ない、地域住民の環境問題への啓蒙化を図った。また、旧湖底の畑においては農業環境を改善しつつ、防風、防砂帯へとつながるアグロフォーレストリー帯を造成し、同時に村内や砂丘帯の中に試験的な植林を行なった。農業面ではアグロフォーレストリー帯の中に村民の分譲菜園を作り、乾期に適した各種野菜の試験、節水農法の模索、住民への野菜苗の配布、作付け期の穀類その他の種子の貸し付けなどを行なった。

(4) 日本のNGOの事例2「カラ = 西アフリカ農村自立協力会」

カラ = 西アフリカ農村自立協力会は、メンバーがマリで貧困解消に取り組んでいた農村の現地NGOの活動に加わり、その後1992年に「マリ共和国保健医療自立を支援する会」として設立された。翌年、現在の名前に変更された。活動は初め、環境整備、保健衛生、適正技術が主であったが、活動拠点をバブグウ村(首都バマコから北東に約100km、年間降水量約600mm)に移し、現在では17ヶ村、32集落、約15,000人を対象としている。

砂漠化防止活動という視点から環境整備活動を見ると

育苗：4ヶ所に植栽用の育苗所を設け、果樹類を含め約16,000本（1997年）を育成。
植林：防風、防砂林や薪炭の森、アグロフォレストリー、学校林の造成。
改良カマドの製作・普及：樹木を合理的に利用するため、伝統的なカマドを改良し、普及につとめている。
深井戸の設置：降雨量に左右されない地下水を確保するため、深井戸の設置を行っている。

（5）日本のNGOの事例3「緑のサヘル」

緑のサヘルは、アフリカ・サヘル地域の砂漠化防止と地域住民の食糧自給の達成を目指して、1991年に設立され、翌1992年からチャド共和国において緑を積極的に殖やす努力、緑を減らさない努力、農業生産性の向上と生活改善の3点を基本とした活動を開始した。上記のうち、育苗については、早成樹種を含む外来種や果樹類と在来種を取り混ぜ、集中的に育成、管理し、苗木の配布、種子保存、育苗実務の研修を行なっている。小規模村落育苗方式でも行われ、各農民組合が責任を持つことを条件に、育苗資材の貸し付けと技術指導を実施している。については、熱効率が高く、薪の節約につながる改良カマドの普及を行っている。

サヘル地域で日本人の常駐者を置き、活動している団体は以上の3団体であるが、いずれも遠方の農村に入り込み、出来るだけ地元民のレベルに近い生活をしながら、体験を通して取り組みを進めている。日本のNGOは欧米に比べて経験も浅く、資金力も小さいため、まだ力不足であることは否めないが、地域住民や現地政府との協力関係はむしろのこと、支援側でも援助実施国政府や国際機関などの諸関連機関とも協調を取り、国境や地域を越えた砂漠化防止活動の実践が強く望まれる。

引用文献

References

- Anantha Ram, K., Bhati, G.N. and Goyal, D. (1990): The Economics of cooking energy scenario in arid Rajasthan, *Annals of arid zone*, 29(4), 333-338 .
- Balling, R.C.Jr(1991): Impact of desertification on regional and global warming. *Bull.Amer.Meteor.Soc.*, 72, 232-234 .
- Bryant,N.A., L.F.Johnson, A.J.Brazel, R.L.Balling, C.F.Hutchinson and L.R.Beck (1990): Measuring the effect of overgrazing in the Sonoran Desert. *Climatic Change*, 17, 243-264 .
- B S O N G (1994) Repertoire des ONG membres , Secretaire permanent des Origanizations non Gouvernementales , 1-45 .
- Charney,J.G. (1975): Dynamics of deserts and drought in the Sahel. *Quart.J.Roy.Meteor.Soc.*, 101, 193-202 .
- Charney,J.G., P.H.Stone and W.J.Quirk (1975): Drought in the Sahara: A biogeophysical feedback mechanism. *Science*, 187, 434-435 .
- Chepil,W.S. and Woodruff, N.P. (1963) The physics of wind erosion and its control. *Advances in Agronomy*. 15, 211-302 .
- Colwin, D.L., Solensen, M. and Roades, J.D. (1989) Field-testing of models which identify soils susceptible to salinity development. *Geoderma*, 45, 31-64 .
- Courel,M.F., R.S.Kandel and S.I.Rasool (1984): Surface albedo and the Sahel drought. *Nature*, 307, 528-531 .
- Danish, Kyle W. (1995): International Environmental Law and the Bottom-up Approach: A Review of the Desertification Convention, *Indiana Journal Of Global Legal Studies*, Vol. 3, No. 1 (インターネット版 : <http://www.law.indiana.edu/glsj/vol3/no1/danish.html>) .
- Deb Roy, R. (1993) Agroforestry and silvipastoral system to control desertification. In: Sen, A.K. & Kar, A., editors: *Desertification and its control in the Thar, Sahara & Sahel regions*. Jodhpur: Scientific Publishers, 321-328 .
- Dodd, J.L. (1994): Desertification and degradation in Sub-Saharan Africa - The role of livestock, *BioScience*, 44(1), 28-34 .
- Dregne,H.E. and C.J.Tucker (1988): Green biomass and rainfall in semi-arid sub-Saharan Africa. *J.Arid Environments*, 15, 245-252 .
- Egg, J and Gabas, J.-J. (1997): Preventing Food Crisis in the Sahel: Ten Years of Network Experience in Action 1985-1995, *Club du Sahel/OECD*, Paris,200 pp .
- Ethiopian Mapping Authority (1988) *National Atlas of Ethiopia* .
- FAO/UNEP/UNESCO (1979) *A provisional methodology for soil degradation assessment*. FAO, Rome, Italy .
- Fridtjof Nansen Institute, The (1995): *Green Globe Yearbook of International Co-operation on Environment and Development 1995*, Oxford University Press, New York .
- FUGN (1994) *Rapport annuel , 1993-1994* , 1-49 .
- Gornitz,V. (1985): A survey of anthropogenic vegetation changes in West Africa during the last century - climatic implications. *Climatic Change*, 7, 285-325 .
- Grunblatt, J., Ottichilo, W. K. and Sinange, R. K. (1992) GIS approach to desertification assessment and mapping, *Journal of Arid Environments*, 23, 81-102 .
- Hagan, L.J. (1991) A wind erosion prediction system to meet user needs. *J. Soil Water Conserv.* 46, 106-111 .
- IPCC (1990): *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*, eds. J.T.Houghton, G.J.Jenkins, and J.J.Ephraums, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 365p .
- IPCC (1992): *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment*, eds. J.T.Houghton, B.A.Callander, and S.K.Varney, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 198p .
- IPCC (1995): *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*, eds J.T.Houghton, L.G.M.Filho, B.A.Callander, N.Harris, A.Kattenberg, and K.Maskell, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 572p .
- IPCC WGII (1995): *Climatic Change 1995 - Impacts, Adaptations and Mitigations of Climate Change: Scientific-Technical Analysis: The Second Assessment Report of the Inter-Governmental Panel on Climate Change*, eds. R.T.Watson, M.C.Zinyowera, and R.H.Moss, Cambridge Univ. Press, New

- York, 878p. .
- Ive, J. R., Walker, P. A. and Cocks, K. D. (1992): Spatial modeling of dryland salinization potential in Victoria, Australia, *Land Degradation & Rehabilitation*, 3, 27-36 .
- Jones, P.D. (1994): Hemispheric surface temperature variations: A reanalysis and an update to 1993. *J.Climate*, 7, 1794-1802 .
- Khakimov, F.I.: Soil Melioration conditions of desertification of deltas. pp.218 (1989) .
- Kohane, Robert, and Nye, Joseph S. (1977 & 1989): *Power and Interdependence*, Little, Brown & Co., Boston (1977), 2nd ed., Scott, Foreman Co., Glenview (1989) .
- Lal, R. (1988) Soil erosion by wind and water: Problems and prospects. In R.Lal (ed.) *Soil Erosion Research Methods*. J. Soil Water Conservation Society, Ankeny, IA, pp1-8 .
- Lane, L.J. and Nearing, M.A. (Eds.) (1989) *USDA-Water Erosion Prediction Project: Hillslope profile model documentation*. NSERL Rep. No.2, USDA, Agr. Res. Serv., Natl. Soil Erosion Res. Lab., West Lafayette, IN .
- McCann, James C. (1995) *People of the Plow--An Agricultural History of Ethiopia, 1800-1990*. The University of Wisconsin Press, Madison .
- Miura, K., Wichaidit, P. and Subhasaram, T. 1990 Genetic features on the major soils in Northeast Thailand. Technical paper No.8, Agricultural Development Research Center in Northeast Thailand, Khon Kaen .
- Miyazaki, T. & Tsunekawa, A. (1996) Remote sensing and social investigation for desertification in western India. In: Miyazaki T. and Tsunekawa A., editors: *Towards solving the global desertification problem* (4). Tsukuba: National Institute for Environmental Studies, 13-19 .
- Mo, W., Natori, T., Jiang, S., Nishimura, N. and Omasa, K. (1998) Responses of photosynthesis and water use to drought in two desert annuals, *Agriophyllum squarrosum* and *Bassia dasyphylla*. *J. Arid Land Studies*, in press .
- Mouat, D., Lancaster, J., Wade, T., Wickham, J., Fox, C., Kepner, W. and Ball, T. (1997): Desertification evaluated using an integrated environmental assessment model, *Environmental Monitoring and Assessment*, 48, 139-156 .
- Mwandosya, M.J. and Luhanga, M. L. (1985): An analytical model for a biomass system, *Energy*, 10 (9), 1023-1028 .
- Norton, C.C., F.R.Mosher and B.Hinton (1979): An investigation of surface albedo variations during the recent Sahel drought. *J.Appl.Met.*, 18, 1252-1262 .
- Otterman, J. (1974): Baring high-albedo soils by overgrazing: A hypothesized desertification mechanism. *Science*, 186, 531-553 .
- Otterman, J. (1989): Enhancement of surface-atmosphere fluxes by desert-finge vegetation through reduction of surface albedo and of soil heat flux. *Theoretical and Applied Climatology*, 40, 67-79 .
- Parker, D.E., C.K.Folland and M.Jackson (1995): Marine surface temperature: Observed variations and data requirements. *Climatic Change*, 31, 559-600 .
- Perelli, A. (1992): *Experiences d'eco-developpement local au Sahel: un apercu critique par la methode comparative*. Publisud, Paris, 107 pp .
- Pons, R. (1992): *The Environment and Sahelian Realities: Potential for Improvement in Aid Policies and Project Management - Suggestions Based on Some Twenty Case Studies*. Working Paper SAH/D(92)395, Club du Sahel/OECD/CILLS, 51 pp .
- Princen, Thomas, and Finger, Matthias (1994): *Environmental NGOs in World Politics*, Routledge, London .
- Proctor, J.D. (1990): The limits to growth debate and future crisis in Africa: a case-study from Swaziland, *Land Degradation & Rehabilitation*, 2, 135-155 .
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A. and Porter, J.P. (1991) RUSLE: Revised universal soil loss equation. *J. Soil Water Conserv.*, 46, 30-33 .
- Rene. M. Rochette (1989) *le Sahel en Lutte Contre la Desertification , Les Brise-vent de la Maggia et de Maiguizaoua Tahoua-Maradi / Niger , 197-220 .*
- Rene. M. Rochette (1993) *砂漠化と闘うサヘル、アジア州とマイギウアの防風林群タウア / マラディ (ニジェール)、農用地整備公園、215-240 .*
- Rich, Bruce (1994): *Mortgaging the Earth: The World Bank, Environmental Impoverishment, and the Crisis of Development*, Beacon Press, Boston .

- Robock, A., Turco, R.P., Harwell, M.A., Ackerman, T.P., Andressen, R., Chang, H.-S and Sivakumar, M.V.K. (1993) Use of general circulation model output in the creation of climate change scenarios for impact analysis, *Clim. Change*, 23, 293-335 .
- Ropelewski, C.F. and M.S.Halpert (1987): Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Mon.Wea.Rev.*, 115, 1606-1626 .
- Rozanov, B.G.: Principles of the doctrine on the environment. pp.273, IGU, Moscow (1984) .
- Sakurai, K., Araki, S., Naganawa, T., Iwatsubo, G., Attanandana, T. and Prachaiyo, B. (1989) Improvement of biological productivity in degraded lands in Thailand. I. Site and profile descriptions of the experimental sites., *Pedologist*, 33, 17-29 .
- Sakurai, K., Prachaiyo, B., Attanandana, T., Tanpibal, V., Araki, S., Naganawa, T., Iwatsubo, G. and Yoda, K. (1991) Improvement of biological productivity in degraded lands in Thailand. II. Influence of soil temperature, moisture and fertility on plant growth in the Takuapa experimental site. *Tropics*, 1, 113-129 .
- Sarkar, A.K. and Roy, A.B.(1993): Oscillatory behaviour in a resource-based plant - herbivore model with random herbivore attack, *Ecological Modelling*, 68, 213-226 .
- Schoonmaker Freudenberger, K., (1991) Mbegue: The Disingenuous Destruction of a Sahelian Forest, IIED Paper No.29, 28p .
- Secretariat Permanent des Organisations Non Gouvernementales (1996): *Annuaire des Organisations Non Gouvernementales Membres, Burikina Faso, Edition 1996, Edition Edifice, Ouagadougou* .
- Sellers,P.J.(1992): Biophysical models of land surface processes. In Trenberth,K.E. ed.: *Climate system modeling*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 451-490 .
- Shigeta, M. et al., (1998) The Tree against Hunger-ensete based agricultural system in Ethiopia. American Association of the Advancement of Science, Washington D.C .
- Shinoda and M.Gamo (1998): Vegetation-atmosphere interaction: Reexamination of the Charney's hypothesis. Submitted to *J.Climate* .
- Shinoda, M. (1995): Effect of desertification on climate: A review. *J. Arid land Studies*, 6, 105-114(in Japanese with an English abstract)
- Shinoda, M. (1995): Roles of sea surface temperatures and land cover on the Sahelian drought. *J.Geogr.*, 104, 592-5981 (in Japanese)
- Shinoda, M. (1995): West African and rainbelt variation: An update to 1990. *J.Meteor.Soc.Japan*, 73, 259-266 .
- Shinoda, M. and R.Kawamura (1994): Tropical rainbelt, circulation, and sea surface temperatures associated with the Sahelian rainfall trend. *J.Meteor.Soc.Japan*, 72, 613-624 .
- Skidmore, E.L., Woodruff, N.P. (1968) Wind erosion forces in the United States and their use in predicting soil loss. *Agriculture Handbook No. 346, USDA, Washington D.C.* .
- Stacy, R. A. and Snrech, S. (1997): Desertification control and risk management in a changing agriculture: The case of the Sahel. *Journal of Arid Land Studies*, 6(2), 87-103 .
- Szabolcs, I. (1986) Agronomical and ecological impact of irrigation on soil and water salinity. *Advances in Soil Sci.*, 4, 189-218, Springer-Verlag, New York .
- Tachiiri, K., Takeuchi, K & Tsunekawa, A.(1997):The Present status, potential and limits of simulation models of desertification in the world, *Proceedings of the International Symposium on The Role of Remote Sensing for the Environmental Issues in Arid and Semi-Arid Regions, CEReS*, 155-162 .
- Tiffen, M., Mortimore, M. and Gichuki, F.(1994): More People, Less Erosion: Environmental Recovery in Kenya. *Wiley, Chichester*, 311 pp .
- Timberlake, L.(1991): *Africa in Crisis: The Causes of Environmental Bankruptcy*. New edition, London, 203 pp .
- Tsunekawa, A., Kar, A., Yanai, J., Tanaka, U. & Miyazaki, T. (1997) Influence of continuous cultivation on the soil properties affecting crop productivity in the Thar Desert. *India, J Arid Environ*, 36, 367-384 .
- Tsunekawa, A., Zhang, X., Zhou, G. and Omasa, K. (1996) Climate change and its impacts on the vegetation distribution in China. In *Climate Change and Plants in East Asia*. (K. Omasa, K. Kai, H. Taoda, Z. Uchijima and M. Yoshino, eds.), Springer-Verlag .
- Tucker,C.J., H.E.Dregne and W.W.Newcomb (1991): Expansion and contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990. *Science*, 253, 299-301 .

- U.S. Dep. Agr.: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Dept. Agri. Handbook 60, P.460 (1953) .
- UN (United Nations) (1994): United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa. Final Text A/AC 241/27:12 September 1994, 58 pp .
- UNEP (1991): A new assessment of world state of desertification. Desertification Control Bull., No.20 .
- United Nations (1991): Implementation of the Plan of Action to Combat Desertification, United Nations Environment Programme, Nairobi .
- Venkateswarlu, J.(1993) Problems and prospects in desertification control ?role of central arid zone research institute. In: Sen, A. K. & Kar, A., editors: Desertification and its control in the Thar, Sahara & Sahel regions. Jodhpur: Scientific Publishers, 249-267 .
- Venkateswarlu, J., Sen, A. K. & Gupta, J. P.(1992) Desertification and its control in the Thar. In: Kar, A., Abichandani, R.K., Anantha Ram, K. and Joshi, D.C., editors: Perspectives on the Thar and the Karakum. New Delhi: Department of Science and Technology, Ministry of Science and Technology, Govt. of India, 307-316 .
- Vinogradov, B. V. (1995): Aerospace monitoring of desertification dynamics, Desertification Control Bulletin, 27, 35-46 .
- Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R.H. and Dokken, D.J. (eds.) (1996) Climate Change 1995. Cambridge University Press .
- Webster, R. (1985) Quantitative spatial analysis of soil in the field. Advances in Soil Sci., 3, 1-70, Springer-Verlag, New York .
- Wendler, G. and F. Eaton (1983): On the desertification of the Sahel zone. Part : Ground observations. Climatic Change, 5, 365-380 .
- Williams, M.A.J. and R.C. Balling (1994): Interactions of desertification and climate. WMO/UNEP, 230p .
- Wishmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978) Predicting rainfall erosion losses. USDA, Agriculture Handbook No. 537, USDA, Washington D.C. .
- Xue, Y. and Shukla, J. (1993): The influence of land surface properties on Sahel climate. Part : Desertification. J. Climate, 6, 2232-2245 .
- Yoda, K. and Shunaru, P. (Eds.) (1991) Improvement of biological productivity of tropical waste lands in Thailand. (Mimeograph) .
- Zhu, Z., Wang, X., Wu, W., Kang, G., Zhu, C., Yao, F., & Wang, T. (1992): China: Desertification mapping and desert reclamation. In World Atlas of Desertification, UNEP: 46-49 .
- Zing, A.W. (1940) Degree and length of land slope as it affects soil loss in runoff. Agric. Eng., 21, 59-64 .

- 石 敏俊、田中洋介、趙哈林 (1998) 農牧地域における土地利用の展開と沙漠化問題 - 中国ホルチン沙地の事例一、筑波大学農林社会経済研究、15、1-26 .
- 今川俊明 (1996) 宇宙から見た中国東部の沙漠化、土壌の物理性、74、29-37 .
- 内嶋善兵衛・清野 裕(1987) 世界における自然植生の純一次生産力の分布、農業環境技術研究所九州農業試験場報告 .
- 大黒俊哉 (1997) 中国における土地荒廃の現状と過放牧による砂地草原の沙漠化、農業技術、52(6)、12-16 .
- 外務省経済協力局 (1997) 我が国の政府開発援助：ODA 白書 下巻 (国別援助)、943 p .
- 勝俣 誠 (1997)：サヘル地域における沙漠化防止対策と農村開発 - サヘル性の方法論的試論. 沙漠研究, 6(2), 141-147 .
- 門村 浩(1991)a：地理学とその周辺分野における沙漠化研究の流れ . 門村 浩・武内和彦・大森博雄・田村俊和, 「環境変動と地球砂漠化」, 朝倉書店, 東京, 23-51 .
- 門村 浩(1991)b：「サハラ南縁地帯における歴史時代の干ばつと砂漠化」『環境変動と地球砂漠化』朝倉書店 .
- 門村 浩 (1992)：「サヘル 変動するエコトーン」『サハラのほとり』門村・勝俣編、T O T O 出版 .
- 門村 浩 (1994a)：熱帯アフリカの環境 - 危機からの脱出と持続的発展のために - 『砂漠化防止条約』をめぐって. 地理, 39(11), 30-36 .

- 門村 浩 (1994b) : 『砂漠化防止条約』と砂漠化対策の課題. 国際農林業協力. 17(3), 15-21 .
- 門村 浩 (1995) : 『砂漠化と人間活動の相互影響評価に関する研究研究完了報告書』平成7年度
国立環境研究所受託研究, 49 pp .
- 門村 浩 (1996) : 砂漠化 - 新たな対応への期待 -, 環境情報科学, 25(1), 49-51 .
- カラ = 西アフリカ農村自立協力会 (1997) 第5期カラ年次報告書 (1996年9月 ~ 1997年8月), 1-20 .
- 国際協力事業団企画部 (1994) 砂漠化対策援助研究報告書, 95 p .
- 国際協力事業団青年海外協力隊事務局 (1996) セネガル共和国セネガル緑の推進協力プロジェクト
中間評価調査報告書, 208 p .
- 国際協力事業団青年海外協力隊事務局 (1996) タンザニア緑の推進協力プロジェクト (フェーズ2)
中間評価報告書, 153 p .
- 国際協力事業団青年海外協力隊事務局 (1996) ニジェール共和国ニジェール緑の推進協力プロジェクト
中間評価報告書, 233 p .
- 国際協力事業団 (1997) 国際協力事業団年報 1997, 208 p .
- 小堀巖 1996 『乾燥地の水利体系 - カナートの形成と展開』大明堂 .
- 酒井 昭 (1995) 植物の分布と環境適応 朝倉書店 .
- 砂漠化対策総合検討会 (1996) : 砂漠化対策ハンドブック, 社団法人海外環境協力センター、東京 .
- サヘルの会 (1990) マリ共和国における活動の記録 (1989年1月 ~ 12月) (下)、サヘルの会の
プロジェクト, -1- -15 .
- サヘルの会 (1996) サヘルの会機関紙、第46号、1-8 .
- サヘルの会 (1996) サヘルの会年次報告、1-26 .
- 重田眞義 (1988) 「エチオピアの栽培植物」日本エチオピア協会 .
- 重田眞義 (1997) 「アフリカ熱帯高地の環境と栽培植物 - エチオピア高地を中心に」 Tropics .
- 篠田雅人 (1995) : サヘルの干ばつにおける海水面温度と地表面被覆の影響. 地学雑誌, 104,
592-598 .
- 篠田雅人 (1997) : 砂漠化の気候に対する影響 : 概説. 沙漠研究, 6, 105-114 .
- 嶋田義仁 (1990) 「トンブクトゥ - サハラ南端の交易・イスラーム都市」 『地理』 35-7 .
- 嶋田義仁 (1992a) 「サヘルの「内陸化」と「後進化」」 『サハラのほとり』 門村・勝俣編、T
OTO出版 .
- 嶋田義仁 (1992b) 「サヘルの文化と社会」 『サハラのほとり』 門村・勝俣編、TOTO出版 .
- 嶋田義仁 (1992c) 「人間の生産活動から見たサハラ南縁地帯の乾燥化」 『沙漠研究』 2 .
- 嶋田義仁 (1993) 「ジェンネ - アフリカのイスラーム自由都市」 『季刊民族学』 66 .
- 嶋田義仁 (1994) 「熱帯サヴァンナ農業の貧しさ」 『文化の地平』 井上・祖田・福井編、世界
思想社1995 『牧畜イスラーム国家の人類学』 世界思想社 .
- 嶋田義仁 (1997a) 「トランスサハラ交渉史」 『新書 アフリカ史』 宮本正興・松田素二編、講談
社 .
- 嶋田義仁 (1997b) Jenne morte -la secheresse du delta interieur du Niger et ses problemes (死せる
ジェンネ - ニジェール川内陸デルタにおける乾燥化とその諸問題)、広島大学地誌資料セン
ター .
- 嶋田義仁 (1998) 『稲作文化の世界観 - 『古事記』神代神話を讀む』 平凡社 .
- 鷺見一夫 (1989) : ODA : 援助の現実、岩波新書、東京
- 諏訪雄三 (1996) : アメリカは環境に優しいのか : 環境意思決定とアメリカ型民主主義の功罪、新
評論、東京 .
- 武内和彦 (1991) : わが国の砂漠化防止への取り組みの現状と課題 . 門村 浩・武内和彦・大森博
雄・田村俊和, 「環境変動と地球砂漠化」, 朝倉書店, 東京, 231-238 .
- 西田 研・柴田健一 (1995) : 砂漠化のモニタリングと農牧林業開発可能性の検討, 農業土木学会
誌, 63(5), 483-488 .
- 西村 格 (1988) 乾燥地の植生 中国ステップ地域の植生と砂漠化, 熱帯農研集報61,
34-50 Uchijima, Z. and Seino, H. (1985) Agroclimatic evaluation of net primary productivity of
natural vegetation. (1) Chikugo model for evaluating net primary productivity. J. Agr. Meteorol. 51,
245-257 .
- 平賀義彦・松本 聡 (1993) 来世紀をどう生きるか - 21世紀の食糧生産と人口問題から考える -, 沙
漠研究, 3, 83-99 .
- 福井慶則 (1996) サヘル地域の砂漠化と開発、国際農林業協力、19(1)、20-24 .

緑のサヘル(1998) 1997年年次報告書 .

望月 克哉(1997) アジア経済研究所、アジ研トピックリポート「NGOの現在」 - 国際協力の現状と課題 - 、アフリカにおけるNGO活動の現状と問題点、15-26 .

吉野正敏(1997)中国の沙漠化 大明堂 .